

## POSIBILIDADES DEL USO DE BIOMASA RESIDUAL PROCESADA (DENDROCOMBUSTIBLES) PARA ARTEFACTOS DE COMBUSTIÓN

E. Battista<sup>1</sup> y V. Passamai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de La Plata – Facultad de Arquitectura y Urbanismo

<sup>2</sup>CIUNSa, UNSa, CONICET-INENCO

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

C.P. 1900 – La Plata Tel: 0221 - 423-6587/90 interno 244 - e-mail: edurnebattista@gmail.com

**RESUMEN:** El presente trabajo busca ampliar los datos del panorama productivo y comercial de la biomasa residual procesada con fines energéticos y sus oportunidades en relación al proceso de combustión. Mediante el análisis de datos y antecedentes se desea resaltar el potencial de estos combustibles como alternativa frente a otras fuentes no renovables de energía, a partir de dos aspectos: la posibilidad de descentralizar recursos energéticos en el país y la factibilidad de la transferencia tecnológica relacionada con su aplicación en artefactos tales como estufas, cocinas y termotanques. Finalmente, se esbozan las estrategias para desarrollar un sistema integral de artefactos que cubran todas las funciones asociadas al calor (calefacción, cocción y agua caliente) destinado al tipo de combustible analizado.

**Palabras clave:** biomasa residual procesada- dendrocombustibles - combustión

### INTRODUCCIÓN

La crisis energética actual obliga a buscar y/o revisar distintas fuentes energéticas que, en la mayoría de los casos, se presentan como “no convencionales”. La biomasa es una de ellas, pues es definida como “toda aquella materia orgánica que ha formado parte de la vida en algún momento y que proviene de la síntesis del carbono y otros compuestos por la interacción de la luz solar.” (Antolín, 2006). Sin embargo, la biomasa leñosa (Antolín, 2006) es el combustible más antiguo conocido por el hombre y, la combustión entendida como tecnología en artefactos que generan calor, posee una larga trayectoria *socio-técnica* (Thomas, 2010), siendo ampliamente conocida por diversas comunidades.

En relación a fines energéticos, la FAO se refiere a la biomasa como *dendrocombustible sólido* o *bioenergía sólida* y establece que es aquella derivada del sector forestal, bosques, terrenos boscosos y arboledas (FAO, 2004). En el marco de este trabajo se estudian los tipos vinculados a subproductos madereros y forestales (FAO, 2004) englobados dentro de la definición de *biomasa residual procesada* (Antolín, 2006). Los mismos pueden ser de extracción directa, indirecta y de recuperación. Este combustible es muy utilizado sobre todo en el continente europeo en sistemas centrales de calefacción; su fabricación en Argentina se ha extendido en los últimos años, destinada mayoritariamente a exportación (Miño, 2010).

El mercado interno del combustible estudiado se encuentra aun en una fase de desarrollo inicial, formando parte de una economía informal ligada a la industria maderera y afines (Schlichter, 2010). Si bien su implementación podría cubrir la demanda energética a nivel urbano y rural, los subsidios estatales en combustibles fósiles lo ubican en desventaja. A esta situación se suman altos costos en el transporte y maquinaria de procesado y falta de desarrollo local en la fabricación de artefactos diseñados para este tipo de combustible, que completen la Cadena de Valor (Kaplinsky y Morris, 2000) de los residuos analizados.

En relación a la tecnología de combustión, existe un gran conocimiento local en el uso de artefactos como cocinas económicas y estufas. Introducir la biomasa como opción renovable de energía puede fomentar la descentralización de recursos y responder a las necesidades energéticas insatisfechas en gran parte del territorio local.

### IMPORTANCIA DE LOS DENDROCOMBUSTIBLES

En nuestro país la industria de los aserraderos que trabaja con madera cultivada genera aproximadamente 1.4 millones de toneladas de residuos anuales, sin contar cifras provenientes de la producción informal (alrededor del 40%) (Ladrón González, et al., 2007). Este desperdicio genera un impacto negativo a nivel ambiental como quema a cielo abierto, almacenamiento y descomposición, mientras que a nivel económico significa una pérdida de ingresos extras que podrían generar la utilización de los residuos (Ladrón González, et al., 2007).

Analizando el consumo interno de dendrocombustibles, la biomasa leñosa de extracción directa (FAO, 2009) sigue siendo usada como combustible en zonas sin acceso a otros tipos de energía. Según informes de la FAO (Organización de las

---

1 Becaria Doctoral CONICET

2 Investigador Adjunto CONICET

Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) el consumo total de biomasa con fines energéticos estimado en 2007 fue de casi 8.000 toneladas, cifra que expresa un aumento de la demanda en comparación con años anteriores (FAO, 2010). La “biomasa Comercial” accesible y potencialmente disponible alcanzó en 2001 las 124.020.200 toneladas. Entre las provincias con mayores recursos figuran: Salta (16.634.100 t), Santiago del Estero (16.392.100 t), Chaco (12.785.000 t), Formosa (9.230.000 t), La Pampa (9.185.100 t) y Río Negro (5.382.900 t) (FAO, 2010).

En términos energéticos la biomasa además de ubicarse como una fuente renovable es económica, ambiental y socialmente sostenible (...) Permite generar energía térmica, mecánica y eléctrica, para uso en la industria, los servicios y la economía del mismo territorio (...) puede reemplazar el consumo de combustibles derivados del petróleo, cada vez mas conflictivo y oneroso, generando un ahorro considerable, reduciendo la dependencia externa y contribuyendo a la mitigación del CC (FAO, 2009).

## TIPOS DE DENDROCOMUSTIBLES

La leña entra en la categoría de materia prima y no posee tratamientos de mejoramiento para la venta, siendo la humedad (aproximada en un 30% (Antolín, 2006) una problema al momento de su empleo. La biomasa residual procesada supone algunas ventajas. Aparecen dos grandes tipos: los *chips* o astillas de madera y los productos *densificados* como *pellets* y *briquetas* (Amaturi y Jovanovsky, 2000). Con los residuos madereros y forestales procesados, se logra una ventaja sustancial con respecto a la leña, al facilitar el manejo del combustible y homogeneizar las características físicas de los mismos.

Por otro lado, los denominados “*densificados*” pueden describirse genéricamente como partículas de madera (aserrín, madera y viruta) comprimidas a presiones entre 59 y 147 MPa . Con el aglutinamiento de estas partículas se obtiene un producto con densidades aparentes cercanas a 600 kg/m<sup>3</sup> (Antolín, 2006). A esto se le suma un tratamiento previo de secado, en donde se logra bajar el contenido de humedad a un 6 -10%, disminuir el contenido de cenizas (menor o igual al 2 %) y un poder calorífico entre 14 y 19 MJ/Kg (Antolín, 2006). El resultado es un producto mejorado, regular, de mayor densidad, que ocupa menos espacio y con mayor poder calorífico que la leña. Los altos costos de transporte implicados en el uso de la leña pueden reducirse mediante estos productos.

Se encuentran en el mercado dos grandes tipos: *Briquetas* (cilindros de 5 a 10 cm de diámetro y 2 a 4 cm de espesor) y *pellets* (cilindros pequeños de 1 a 2 cm de diámetro y 2 a 4 cm de largo) (Miño, 2010). El proceso de conformación o *pelletizado* (Antolín, 2006) consiste en hacer pasar la biomasa a través de matrices con orificios anulares o planos. Mediante el empuje de unos rodillos y la lignina propia de la biomasa como aglutinante natural, se logra el conformado del material.

## MARCO PRODUCTIVO Y ACTORES INVOLUCRADOS

La producción de los combustibles descritos posee algunas barreras, ligadas al “mayor costo de inversión y mantenimiento de las instalaciones energéticas, en comparación con las de los combustibles fósiles y por el desconocimiento en cuanto al aprovechamiento de estas fuentes de energía renovables” (Antolín, 2006). A esto se suma una falta de planificación de las redes de suministro y distribución de los productos, cuestiones que a nivel local comienzan a atenderse. Una prueba de esto lo constituye la primera productora local de pellets de aserrín, ubicada en Presidencia de la Plaza, provincia de Chaco. El objetivo de esta iniciativa conjunta entre entidades municipales y nacionales tales como el INTI, es dar respuesta al problema ambiental de los residuos generados por los aserraderos de la zona y producir combustible para abastecer esta industria (aplicaciones en energía eléctrica) y también generar una red de venta en los comercios del lugar, como panaderías. La planta se inauguró recientemente, tiene una capacidad de producción de 500 kilogramos por hora y se estima un total de 2.000 toneladas al año de aserrín reciclado. Con su implementación se logra articular los diversos sectores de la industria, generando más empleo (Anesini, et al., 2010) Además existen fabricantes de pellets y briquetas en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Corrientes y Misiones (Miño, 2010) que demandan a su vez maquinaria para el procesamiento de los residuos.

## OTROS VALORES AGREGADOS DE LA PRODUCCION

Finalmente, el eslabón faltante requerido para cerrar la cadena de valor está constituido por artefactos que emplean los combustibles analizados: en la actualidad se centran más en estufas y cocinas a leña que, si bien han introducido mejoras en sus sistemas de combustión, representan productos de alto costo para aquellas personas que los necesitan.

## OTROS ANTECEDENTES

Estudios realizados en el marco de la utilización de braseros y estufas de leña mejoradas en comedores de la ciudad de Salta (Giroux, et al., 1999) indican buena receptividad de los dispositivos. Como se señaló anteriormente, el conocimiento previo que poseen las comunidades en materia combustión, favorecen las iniciativas de transferencia tecnológica. A pesar de que aparecieron algunas dificultades en el mantenimiento, la incorporación de braseros en los comedores permitió quemar leña más eficazmente. Además, en aquellos sitios sin acceso a gas, hizo posible solucionar el suministro energético, en función de lo cual, su uso resultó recomendado.

Un caso más reciente y exitoso de transferencia tecnológica es el de la fábrica M.M.J S.R.L en conjunto con la Coordinación INTI-Patagonia que, en el año 2006, entregó trescientas estufas-horno-cocina a comunidades mapuches de Neuquén. Estos artefactos solucionaron no sólo los requerimientos energéticos sino que redujeron los problemas de salud ligados al uso del fuego abierto dentro de los hogares (Brillarelli y Garófalo, 2006).

En las experiencias citadas puede verse cómo se da respuesta a requerimientos energéticos mediante soluciones locales. Estos casos de aplicación de ER, sin embargo, aparecen con un carácter paliativo de la situación de exclusión y pobreza para los

sectores a los cuales se destinan, en vez de ofrecer soluciones sistémicas que supongan estrategias de inclusión social (Thomas, 2010). Por otra parte, cuando se dan soluciones innovadoras (como en el caso del convenio M.M.J. S.R.L. - INTI), la transferencia termina con la entrega de los artefactos, sin un seguimiento sobre resultados en uso y mantenimiento, posibilidad de introducir mejoras, etc.

Los artefactos que funcionan a partir de leña pueden adaptarse para su uso con biomasa residual procesada. Generar dispositivos orientados a este tipo de combustible completaría la cadena de agregado de valor, dando un uso a los residuos que antes no existía, o sólo tenían destino en el exterior.

Actualmente no existen en el mercado interno artefactos que contemplen en su diseño la posibilidad de uso de combustibles densificados. A pesar de una creciente producción de estufas y cocinas a leña (Miño, 2010) cuando se trata de aplicaciones de ER en función de demandas sociales, los artefactos poseen tecnologías y criterios de reproducibilidad bajos, lo que a corto plazo produce su descarte y terminan por ser opciones poco sustentables. Una verdadera estrategia para emprendimientos de ER debería contemplar productos tecnológicos suficientemente desarrollados, confiables, disponibles en la zona de aplicación, con posibilidades de asistencia posterior y, fundamentalmente, ser mínimamente competitivos en lo económico y en lo técnico frente a las alternativas convencionales (Keller, 1988 citado por Senn, 2007).

## RENDIMIENTO ENERGÉTICO

Las estufas y cocinas existentes en el mercado, que se catalogan como *mejoradas* (Antolín, 2006; FAO, 2010; Kumara et al., 2004; Kandpal et al., 2002), presentan un mejor rendimiento energético, basado en dos aspectos: mayor aprovechamiento de la leña y más calor entregado. Existen dos grandes tipos: de doble combustión (óptimo para zonas frías) y Sistema Rocket (zonas cálidas).

En el caso de la doble combustión, el proceso de convección normal en los artefactos posee algunas variantes morfológicas que introducen una segunda cámara de combustión. Mediante esta incorporación donde se inyecta aire del exterior, se logra quemar la totalidad de los compuestos volátiles de la leña, logrando alcanzar temperaturas cercanas a los 850°C frente a 500°C presentes en una estufa o cocina económica convencional. A su vez este sistema resulta más eficiente en términos ambientales ya que se reducen las emanaciones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. El resultado es altamente favorable: rendimientos del 70% contra un 35% en las estufas de combustión simple (Brillarelli y Garófalo, 2006). Este tipo de dispositivo resulta óptimo para zonas de temperaturas bajas y puede vincularse a colectores solares para combinar fuentes de calor (Brillarelli y Garófalo, 2006).

Por otro lado, existen casos satisfactorios de artefactos de combustión destinados a zonas cálidas, que pueden englobarse en el *Sistema Rocket*, desarrollado desde la década del '80 principalmente por Larry Winiarski, Director del la ONG Aprovecho Research Center (ARC). La principal ventaja de este sistema radica en mayor aprovechamiento de la leña. Ideado inicialmente para cocinar alimentos, tiene algunas ventajas como su tamaño reducido. Propone un aumento en el flujo de aire, que es forzado mediante el diseño del conducto de salida de humos, sumado al control de la cantidad y disposición de la leña dentro del artefacto. Por la facilidad en la construcción y posibilidad de utilizar materiales simples y de bajo costo como ladrillos de adobe, este tipo de cocinas es ampliamente utilizado en países del Tercer Mundo. La posibilidad de réplica es su principal ventaja, encontrando aplicaciones en India, África y México. Numerosos estudios se han realizado en países como India, dilucidando un alto potencial de consumo de dendrocombustibles en las zonas rurales, empleados en cocinas y estufas mejoradas, habiendo ventajas en iniciativas gubernamentales de apoyo subsidiario (Bhide y Rodríguez Monroy, 2010; Kandpal, et al. 2002; Sandhya, et al., 2003).

Ninguno de los casos citados está diseñado a partir de biomasa densificada; no se ha calculado a nivel local el grado de eficiencia energética posible de alcanzar con estos combustibles, a la vez que no se ha indagado en las características técnicas específicas de los artefactos en cuestión.

## SOBRE LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y APORTES DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Como se señaló anteriormente, existen aun algunas trabas en el desarrollo de productos para generar calor con biomasa residual procesada. Existe la tecnología (combustión), el combustible (biomasa) y el conocimiento y técnicas por parte de los posibles usuarios de los artefactos. Pero faltan criterios sistémicos para dar respuesta de manera integral a todas las funciones asociadas a la generación de calor. Una respuesta integral, abarcadora de todas las necesidades, colaboraría con el objetivo de instalar la tecnología de la combustión como alternativa real, rentable y adecuada para las comunidades que la requieran. De los casos analizados, se observa que el factor geográfico no es limitante, pudiendo emplazar los artefactos en todo el territorio nacional en donde se cuente con los combustibles citados, adecuándose a los requerimientos térmicos de cada zona.

La estrategia planteada debe abordarse no sólo desde una perspectiva técnica (referida a un rendimiento mejorado de los artefactos) sino desde el punto de vista de los usuarios y sus necesidades, visión que puede ser abordada desde la disciplina del diseño industrial.

En cuanto a las funciones a cubrir por un posible sistema de artefactos, los mismos deberían hacerlo con todas las funciones asociadas: calefacción, cocción y agua caliente. Integrando estas funciones se lograría sistematizar la adopción de la combustión como alternativa viable en materia energética. Dado que en algunos casos (sobre todo en artefactos destinados a zonas frías) el costo de los dispositivos es muy alto, deberían desarrollarse propuestas de diseño adaptables, que contemplen la posibilidad de una compra paulatina de módulos por parte de los usuarios.

El uso de combustibles biomásicos en Europa se ve favorecido e impulsado con tarifas altas en los combustibles fósiles. En Argentina los subsidios al gas y a la electricidad ubican a los combustibles renovables como alternativa menos rentable. Las iniciativas gubernamentales debieran fomentar la inversión de esta lógica ya que la continuidad de extracción de combustibles fósiles es finita.

Al respecto de alternativas de carácter sistémico, las mismas son señaladas por la FAO como “las posibilidades de incorporación de cierta combinación de tecnologías de conversión en energía y/o procesamiento de biocombustibles dentro de un sistema energético con beneficios reales o supuestos para el medio ambiente, los costos actuales y sus potenciales reducciones” (FAO, 2004). Comenzar por los artefactos que empleen biomasa densificada propone al menos un comienzo desde este enfoque.

## CONCLUSIONES

Revalorizar el potencial de la combustión para cubrir las necesidades energéticas, especialmente en áreas sin acceso a gas u otros combustibles fósiles, permite ampliar el abanico de fuentes energéticas sustentables. La incorporación de biomasa densificada supone mejoras aun mayores en el rendimiento energético de los artefactos, requiriendo un diseño específico para su construcción. Desde el punto de vista de la disciplina del Diseño Industrial, desarrollar artefactos que empleen el tipo de combustible aquí estudiado apoya la idea de descentralizar los recursos energéticos y colaboraría en la transferencia tecnológica necesaria para una concreta implementación de la biomasa residual procesada.

Del análisis realizado se obtienen ciertos parámetros de cara al desarrollo de un sistema de artefactos de combustión: integración de las funciones asociadas (calefacción, cocción y agua caliente); criterios constructivos eficientes como la incorporación de módulos intercambiables y adaptables según las necesidades del usuario y diseño a partir de la inclusión de biomasa residual procesada como combustible.

## REFERENCIAS

- Amaturi G. y Jovanovsky A. (2000). Alternativas y Tendencias en la Utilización de Residuos Forestales. Red de instituciones de Desarrollo Tecnológico para la Industria de la Madera (RITIM), 4-6.
- Anesini, A., Kurlat J., Scozzina E. y Zunini C. (2010). Biomasa en Chaco: “El Complejo Plaza de Energías Renovables”. Instituto Nacional de Tecnología Industrial 3, 9.
- Anjali Bhide, A. y Rodríguez Monroy C. (2011). Energy poverty: A special focus on energy poverty in India and renewable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 1061-1062.
- Antolín, G. (2006). La gestión y el aprovechamiento de los residuos en la industria maderera. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Cuaderno Tecnológico N° 2 12, 21, 23, 29, pp. 39-40.
- Brillarelli V. y Garófalo J. (2006). Proyecto patagónico estufa Ñuke: “Calor de Madre”. Saber Cómo, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) N° 37, 5.
- FAO (2004). Terminología unificada sobre bioenergía (TUB). Departamento Forestal de la FAO, Dendroenergía pp. 17-19, 26-27, 28-33.
- FAO (2009). Análisis del Balance de Energía derivada de Biomasa en Argentina. Informe final. FAO Departamento Forestal Dendroenergía 11, 61-63.
- FAO (2010). What woodfuels can do to mitigate climate change. *FAO Forestry* 162, 39-40.
- Goroux J.F, Passamai V. y Stoll D.A. (1999). Uso de braseros a leña en comedores infantiles de la ciudad de Salta. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 3
- Kandpal, T.C., Kumar, A., Purohit, P. y Rana, S. (2002) Using renewable energy technologies for domestic cooking in India: a methodology for potential estimation. *Renewable Energy* 26, 235, 237-241.
- Kaplinsky R. y Morris M. (2000). A handbook for value chain research. International Development Research Centre, Canadá.
- Kumara D., Pohekar, S.D. y Ramachandran M. (2004). Dissemination of cooking energy alternatives in India. A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 9, 381, 383-384, 388.
- Ladrón González, A., Maslatón, C. y Miño Á. (2007). Pellets de madera para usos energéticos. Saber Cómo, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), N°59, 1, 7.
- Miño A. (2010). Bioenergía - Pellets y briquetas en el mercado local. Instituto Nacional de Tecnología Industrial Área Energía, 5-15.

- Sandhya, R., Somashekhar, H.I., Sudha, P. y Ravindranath, N.H. (2003). Sustainable biomass production for energy in India. *Biomass and Bioenergy* 25, 509-510.
- Schlichter, T. (2010). Panorama del sector forestal en el mundo y en el país. Jornadas técnicas: Perspectivas de la actividad forestal en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Tandil 11.
- Senn, J. (2004) Análisis de sustentabilidad de proyectos de energías renovables de pequeña escala. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 8, N° 2, 38.
- Thomas, H. (2010). Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina, Notas para un proyecto de investigación sobre Tecnología Social a escala regional (GAPI-UNICAMP y IESCT-UNQ). Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación IESCT/UNQ CONICET, 13-14.

#### **ABSTRACT**

This work aims to extend data about the commercial and productive scenario of processed residual biomass used for energy purposes and its opportunities in relation to the combustion process. The analysis of data and background information is meant to highlight the potencial of these fuels as an alternative to non-renewable energies, regards two aspects: the possibility of decentralizing energy resources nationwide and feasibility of technology transfer in appliances like stoves, kitchens and water tank heater devices. Finally it outlines strategies to develop an integral system of artifacts intended to cover all heating functions (heating, cooking and hot water) using the fuels analyzed.

**KEYWORDS:** processed residual biomass, dendro fuels, combustion